

TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

Complicações dos Implantes Cocleares

Maria João Sequeira Alves Miguel

TRABALHO FINAL

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA

Clínica Universitária de Otorrinolaringologia

Complicações dos Implantes Cocleares

Maria João Sequeira Alves Miguel

Orientado por:

Dr. Marco Alveirinho Simão

Maio'2018

Resumo

A implantação coclear é um procedimento bem definido e seguro, que permite a reabilitação auditiva em crianças e adultos com surdez neuro-sensorial severa a profunda, representando hoje a primeira linha para o tratamento destes doentes, bem como uma alternativa para aqueles que não beneficiam dos convencionais aparelhos auditivos.

Desde a introdução desta técnica, e face aos avanços científicos e tecnológicos observados, as indicações para a implantação coclear têm crescido, associando-se, no entanto, a um significativo número de complicações, tornando-se assim fundamental contrabalançar os potenciais benefícios e riscos desta intervenção. Tais complicações podem estar associadas tanto com a técnica cirúrgica, com a implantação de um corpo estranho, ou ser devidas à falha no dispositivo.

Atualmente, não se observa uma diferença significativa na taxa de complicações global entre crianças e adultos, sendo, no entanto, observada uma distribuição variável entre as duas populações.

Várias abordagens cirúrgicas têm sido propostas no sentido de diminuir potencialmente os riscos relacionados com esta intervenção. Atualmente as técnicas mais frequentemente utilizadas consistem na clássica abordagem com a mastoidectomia com timpanotomia posterior, bem como a abordagem transcanalar supra-meática, que representa uma boa alternativa à cirurgia clássica.

Palavras-chave

Implante Coclear; Complicações; Técnica Cirúrgica

O trabalho final exprime a opinião do autor e não da FML.

Abstract

Cochlear Implantation is a well-defined and safe procedure allowing hearing rehabilitation of patients with severe to profound sensorineural hearing loss, representing the goldstandard of treatment for these patients, as well as an alternative for those who do not benefit from the conventional hearing aids.

Since the introduction of this technique, and regarding the scientific and technological advances observed, the indications for cochlear implantation have increased, being, however, associated with a significant number of complications, thus making it fundamental to counterbalance the potential benefits and risks of this intervention. Such complications may be associated with either the surgical technique, the implantation of a foreign body, or be due to device failure.

Currently, there is no significant difference in the overall complication rate between children and adults, but a variable distribution is observed between the two populations.

Several surgical approaches have been proposed in order to potentially reduce the risks related to this intervention. Nowadays, the most frequently used techniques consist in the classic approach of mastoidectomy with posterior tympanotomy, as well as the suprameatal approach, which represents a good alternative to the classic surgery.

Keywords

Cochlear Implant; Complications; Surgical Technique

O trabalho final exprime a opinião do autor e não da FML.

Índice

| | |
|--------------------------------------|----|
| Introdução | 6 |
| O Implante Coclear | 8 |
| Audição normal | 8 |
| Implante Coclear | 8 |
| Complicações | 10 |
| Complicações <i>Minor</i> | 12 |
| Infeciosas | 12 |
| Vestibulococleares | 15 |
| Neurológicas | 16 |
| Problemas com os elétrodos | 17 |
| Complicações <i>Major</i> | 17 |
| Infeciosas | 17 |
| Falha do dispositivo | 19 |
| Problemas com os elétrodos | 20 |
| Lesão do nervo facial | 21 |
| Reação de corpo estranho | 21 |
| Colesteatoma | 22 |
| Comparação Crianças Vs Adultos | 23 |
| Comparação Técnica Cirúrgica | 24 |
| Conclusão | 28 |
| Agradecimentos | 29 |
| Bibliografia | 30 |

Introdução

A implantação coclear, unilateral ou bilateral, é um procedimento bem definido e seguro, que permite a reabilitação auditiva em pacientes com surdez neuro-sensorial severa a profunda, tanto em crianças como em adultos, representando hoje a primeira linha para o tratamento destes doentes ^[1], bem como uma alternativa para aqueles que não beneficiam dos convencionais aparelhos auditivos ^[2].

O rápido desenvolvimento tecnológico dos sistemas de Implantes Cocleares e a crescente experiência clínica levaram a resultados de audição cada vez melhores e, portanto, a uma extensão dos critérios de indicação. Os números anuais de implantações cocleares têm aumentando a nível mundial, sendo este geralmente considerado um procedimento relativamente seguro ^[3].

No entanto, desde a introdução desta técnica, várias complicações associadas à implantação foram relatadas, tendo várias classificações sido propostas. Tais complicações foram definidas como o desenvolvimento de quaisquer eventos patológicos durante o período pós-operatório, sem limite de tempo, podendo estar associadas tanto com a técnica cirúrgica, com a implantação de um corpo estranho, ou ser devidas à falha no dispositivo ^[1].

Desde a publicação por Cohen ^[4], em 1991, de uma das primeiras grandes séries a avaliar as complicações após a implantação coclear, a taxa de complicações globais diminuiu consideravelmente, essencialmente como resultado da melhoria das técnicas cirúrgicas, com incisões menores e o uso de implantes cada vez mais pequenos e biocompatíveis. Desta maneira, a taxa de complicações global, que era inicialmente de cerca de 39%, é agora de apenas 9% ^[1], com uma taxa de complicações graves inferior a 2% ^[5].

A maior parte das publicações classifica estas complicações como *minor*, como sendo aquelas que necessitam apenas de tratamento conservativo, através de intervenções médicas ou audiológicas, ou *major*, aquelas que requeiram uma cirurgia de revisão, ou que estejam associadas a sequelas graves ou permanentes ^[6].

Desta maneira, e face ao aumento exponencial do número de implantações cocleares nas últimas décadas com a extensão dos critérios de indicação, tanto em crianças como em adultos, torna-se fundamental avaliar as possíveis complicações

decorrentes desta prática, contrabalançando os potenciais benefícios e riscos de tal intervenção ^[7].

Assim, este trabalho tem por fim efetuar uma revisão acerca das principais complicações associadas à implantação coclear, tanto na população pediátrica como adulta, bem como comparar duas abordagens cirúrgicas atualmente utilizadas em termos de benefício, comparando a tendência de complicações em cada uma delas.

O Implante Coclear

Audição normal

Normalmente, a audição ocorre quando as vibrações sonoras são transmitidas através do canal auditivo externo, pelo ouvido médio, até ao ouvido interno, onde as vibrações resultam numa excitação neural.

As ondas sonoras que atingem a membrana timpânica causam a oscilação desta, o que consequentemente configura a vibração da cadeia ossicular (martelo, bigorna e estribo) no ouvido médio. A oscilação do cabo do martelo, que está aderente à membrana timpânica, leva ao movimento do estribo, que está aderente à membrana que recobre a janela oval. Este movimento ao nível da janela oval leva à vibração da perilinfa no ouvido interno, que por sua vez faz vibrar a membrana de Reissner e que é transmitida à endolinfa e à membrana basilar. Esta vibração leva a alterações conformacionais nas células ciliadas do órgão de Corti, as quais são eletromecanicamente sensíveis e constituem os recetores finais que geram impulsos nervosos no nervo auditivo em resposta à vibração sonora. A cóclea apresenta ainda uma organização tonotrópica, que se refere ao facto de a membrana basilar vibrar seletivamente para diferentes frequências de som. As altas frequências produzem vibrações máximas no início da membrana basilar, perto da base, enquanto que as baixas frequências produzem vibrações máximas no final da membrana, perto do helicotrema.

O ouvido interno é, então, um receptor que transforma um estímulo sonoro (mecânico) num estímulo elétrico. Assim, na presença de qualquer patologia neste, envolvendo a cóclea ou o nervo auditivo, desenvolver-se-á uma hipoacusia de percepção ou neurosensorial.

Implante Coclear

Um implante coclear é um dispositivo eletrónico que transforma vibrações acústicas numa corrente elétrica que estimula diretamente o nervo auditivo. Este dispositivo foi desenvolvido para pacientes com uma surdez neuro-sensorial severa a profunda e para aqueles que não beneficiam com as próteses auditivas convencionais.

Nestes pacientes, o nervo auditivo não pode ser estimulado pois existe uma disfunção na transmissão dos estímulos pelas células ciliadas do órgão de Corti. O implante coclear foi, portanto, desenvolvido, para substituir as células ciliadas com eletrodos, possibilitando assim a transmissão do estímulo ao nervo auditivo e ao sistema nervoso central.

Um implante coclear é formado por uma parte externa e uma parte interna, esta última implantada cirurgicamente, com um componente por baixo da pele e periósteo e outro na cóclea. A **parte externa** é composta por um microfone para a obtenção de som, um processador de fala e transmissor onde os sons são recebidos, analisados e transformados em impulsos elétricos. O processador de fala com o microfone é normalmente usado atrás da orelha, como um aparelho auditivo convencional. Os impulsos elétricos são transmitidos para a parte interna através de uma ligação de radiofrequência transcutânea. A **parte interna** é composta por um recetor-estimulador, que recebe e descodifica os dados, sendo os impulsos descodificados transmitidos para a matriz de eletrodos que é colocada na *scala tympani* da cóclea. A matriz de eletrodos pode compreender até 22 eletrodos estimulantes. Cada conjunto de eletrodos estimula uma localização específica ao longo da cóclea, produzindo impulsos elétricos que são transmitidos às fibras do nervo auditivo, utilizando assim a organização tonotrópica natural da cóclea.



Figura 1 Implante Coclear (Parte Externa):
1 microfone; 2 processador de fala; 3 recetor externo; 4 íman

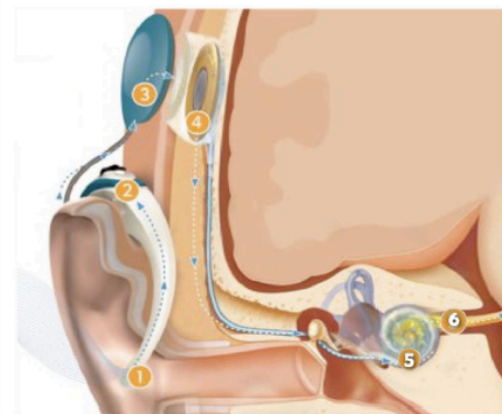


Figura 2 Implante Coclear (Parte Interna):
O microfone (1) capta o som; O processador da fala (2) analisa-o e transforma o som num impulso elétrico; O recetor externo (3) transmite o impulso descodificado para a parte implantada cirurgicamente (4); Os eletrodos intracocleares (5) estimulam as fibras do nervo auditivo (6).

Complicações

A extensão das indicações para implantação coclear e a eficácia desta modalidade de reabilitação auditiva contribuíram para um aumento significativo no número de pacientes implantados em todo o mundo ^[1]. No entanto, como esta tecnologia tem sido indicada em pacientes cada vez mais jovens, o problema das complicações tem sido objeto de interesse particular.

Ao longo dos últimos 20 anos, muitas publicações estudaram as complicações que ocorrem após a implantação coclear ^[1].

Um dos primeiros artigos que descreveu estas complicações foi publicado por Cohen, em 1991 ^[4], o qual reportou uma taxa de complicações global de 11,8%. As complicações mais reportadas foram a necrose do retalho cirúrgico, infecção da ferida cirúrgica, colocação incorreta dos elétrodos e paralisia do nervo facial.

O desenvolvimento de novas tecnologias e o progresso das técnicas cirúrgicas levaram à redução progressiva dessa taxa de complicações ^[1]. Nomeadamente, complicações como a paralisia do nervo facial e a migração dos elétrodos têm mostrado uma redução ao longo dos tempos, devido exatamente a este avanço cirúrgico e tecnológico ^[6].

Hoje, uma grande variabilidade em termos de taxas de prevalência e de classificação das complicações tem sido descrita na literatura. Esta variabilidade considerável depende, pelo menos em parte, da grande heterogeneidade entre os diferentes autores, principalmente devido à grande variância de definições e à inexistência de critérios específicos para o reporte das complicações ^[5].

Assim, e conforme aquilo que é descrito na maior parte da literatura, estas podem ser classificadas como *minor* e *major*. As complicações classificadas como *minor* são aquelas que necessitam apenas de tratamento conservativo para a sua resolução, com intervenções médicas ou audiológicas, onde se incluem as **infecções** que resolvam sem recurso à cirurgia (otite média aguda, mastoidite e infeções da pele ou ferida cirúrgica), complicações **vestibulococleares** (acufenos, vertigem), **neurológicas** (paralisia transitória do nervo facial, disgeusia) e **problemas com os elétrodos** (estimulação não auditiva).

Como *major* são classificadas aquelas que estão associadas a sequelas graves ou permanentes, ou que requeiram uma cirurgia de revisão, incluindo as **infecções**

(meningite, mastoidite e infecções graves da pele ou da ferida cirúrgica), **problemas com os elétrodos** (migração, má introdução), a **falha do dispositivo** (espontânea ou adquirida), a **lesão permanente do nervo facial**, a **reação de corpo estranho** e o **colesteatoma** ^[1,2,6,8].

Apesar da grande variabilidade observada entre as diferentes publicações no que diz respeito à taxa de complicações geral, é possível reportar, atualmente, uma maior prevalência de complicações *minor* (11,8%), que são predominantemente infecciosas nas crianças (nomeadamente a Otite Média Aguda) e vestibulococleares nos adultos (principalmente acufenos e vertigem). As complicações *major*, mais graves e menos prevalentes (3,2%), estão predominantemente associadas a infecções ou à falha dos dispositivos, que muitas vezes implicam a realização de uma cirurgia de revisão, e, em alguns casos, a explantação, seguida, ou não, de reimplante ^[1,4,6,7,8].

É importante ressaltar que esta classificação não é estática, uma vez que a mesma complicação pode ser classificada tanto como *minor* ou *major* conforme a sua gravidade e a abordagem terapêutica necessária à sua resolução.

Complicações *Minor*

As complicações *minor* aparecem geralmente no período pós-operatório precoce e tendem a resolver ao longo do tempo.

Infeciosas

As complicações infecciosas são, de um modo geral, as complicações mais prevalentes, sendo predominantemente observadas na população pediátrica.

A taxa de complicações infecciosas na literatura varia de 1,7 a 12%, conforme o tipo de infecções incluídas ^[9,10]. Vários fatores de risco para a infecção foram descritos, nomeadamente a idade de implantação (menos de 2 anos ou mais de 65 anos), imunossupressão, otorreia ou rinorréia, presença de próteses neurocirúrgicas ou história de meningite. Outros fatores de risco, mais diretamente relacionados com o ouvido, são a malformação do ouvido interno, história de cirurgia otológica (estapedectomia) ou a utilização de um posicionador dos elétrodos ^[11].

- Otite média aguda (OMA)

A otite média aguda (OMA) é a infecção bacteriana mais comum nas crianças, provavelmente devido à anatomia e fisiologia da trompa de Eustáquio, que impede uma drenagem adequada do ouvido médio na infância ^[11]. Assim, e estando uma população pediátrica cada vez mais nova a crescer entre os recetores de implantes cocleares, não é de estranhar que a OMA emergja como uma complicação muito comum, especialmente em crianças com menos de 2 anos ^[2]. Esta complicação pode surgir tanto no pós-operatório precoce como tardio ^[11].

Embora seja uma complicação relativamente pouco grave, e que pode ser tratada com sucesso com o uso imediato de antibióticos, a maior preocupação deriva da possibilidade aumentada de, em pacientes implantados, esta evoluir para situações mais graves, como a meningite ou a mastoidite ^[11].

De acordo com os resultados de um estudo retrospectivo que avaliou a incidência de OMA em 234 crianças após a implantação coclear ^[11], as crianças com história de OMA anterior à implantação têm um risco aumentado de desenvolver OMA após a implantação, quando comparadas com as crianças previamente saudáveis. Contudo, neste estudo, uma grande parte das crianças que tiveram OMA após a

implantação não tinham história anterior, e uma parte daquelas com OMA pré implantação não sofreram de OMA após a mesma. Para além disso, observou-se uma diminuição da taxa de OMA após a implantação, sendo concluído que esta diminuição estaria provavelmente apenas relacionada com a história natural da OMA, que diminui com a idade, bem como com a profilaxia antibiótica e o controlo da OMA antes da implantação ^[2].

A OMA pode, na maior parte dos casos, ser tratada medicamente, com recurso a altas doses de antibioticoterapia oral ou IV empírica ^[1]. Por vezes, a realização de miringotomia, com ou sem colocação de tubo transtimpânico, é necessária, possibilitando desta forma a cultura e deteção dos microrganismos causadores (que são, mais comumente, *Streptococcus Pneumoniae*, *Streptococcus Pyogenes*, *Staphylococcus Aureus* e *Haemophilus Influenzae*) e, assim, uma terapêutica dirigida ^[12]. Atualmente, é já realizada a vacinação dos pacientes que recebem implantes cocleares contra *Streptococcus Pneumoniae* e *Haemophilus Influenzae* ^[7].

Em casos refratários à terapêutica médica, ou com OMA complicada, é essencial a realização de uma TC para avaliação e monitorização de possíveis complicações ^[11]. Atualmente, nos pacientes candidatos à implantação com história de otites de repetição refratárias à terapêutica médica, pode ser realizada, de forma profilática no período peri operatório, antibioticoterapia e inserção de tubo transtimpânico, com ou sem adenoidectomia, para prevenção da infeção do ouvido médio e, consequentemente, das suas complicações mais graves ^[1,2]. A explantação do implante não é normalmente necessária nestes doentes.

- **Mastoidite**

A mastoidite é, a par da OMA, uma complicação muito comum entre os pacientes com implantes cocleares, nomeadamente crianças, surgindo frequentemente em associação e como complicação da OMA, e encontrando-se muitas vezes relacionada com a técnica cirúrgica utilizada, a qual implica mastoidectomia na maior parte dos casos ^[2].

O risco aumentando, tanto em crianças como quando a cirurgia implica mastoidectomia, deve-se ao facto de, no primeiro caso, mesmo quando saudáveis, estas apresentarem um osso mais poroso e fino, com maior facilidade de infeção, e, no segundo, e normalmente após um episódio de OMA, esta ter mais facilidade de extensão à cavidade mastoideia por remoção das barreiras anatómicas naturais ^[13].

O diagnóstico de mastoidite aguda é baseado na presença de otalgia, febre, sinais de OMA, eritema e edema retroauricular, com protusão do pavilhão auricular ^[13]. É importante ter em atenção se o processo inflamatório se desenvolve sobre a mastoide ou sobre o recetor-estimulador, para perceber se este advém de uma infeção do ouvido médio ou de infeção da ferida cirúrgica, respetivamente.

Os principais riscos da mastoidite são o desenvolvimento de complicações intracranianas e de um abscesso subperiósteo, os quais, se não resolverem com terapêutica médica, constituem já complicações mais graves, exigindo uma terapêutica mais agressiva, incluindo intervenção cirúrgica ^[11].

O tratamento da mastoidite consiste, normalmente, na administração de antibioticoterapia IV de largo espectro e na miringotomia com ou sem inserção de tubo transtimpânico ^[13], sendo os microrganismos causadores essencialmente os mesmos que aqueles responsáveis pela OMA. Quando a infeção complica com abscesso subperiósteo, torna-se necessária a incisão com drenagem do abscesso e da cavidade mastoideia, com inserção de um dreno e tubo transtimpânico ^[13]. A TC e uma cirurgia mais alargada, com possível mastoidectomia de revisão, são normalmente apenas consideradas em casos de falha da terapêutica ou na suspeita de complicações intracranianas ^[13]. A explantação do implante não é normalmente necessária nestes doentes, se medidas terapêuticas forem precocemente tomadas ^[12].

Para prevenção da mastoidite aguda em pacientes implantados, é importante um acompanhamento contínuo dos doentes, principalmente daqueles com história de otites de repetição, sendo que a colocação de tubos transtimpânicos após a implantação pode prevenir e reduzir a taxa de complicações, nomeadamente a mastoidite aguda ^[13].

- Infeções da pele e da ferida cirúrgica

As infeções locais da pele ou da ferida cirúrgica são essencialmente associadas a uma possível reação alérgica/de corpo estranho aos constituintes do implante, ao trauma/stress mecânico crónico do implante sobre a pele, principalmente no caso das crianças, em que esta é mais fina e suscetível, ou mesmo a uma extensão de infeção do ouvido médio ^[5,6]. Assim, estas são encontradas principalmente no período pós-operatório precoce nos adultos, e tardio nas crianças, muitas vezes em contexto de trauma acidental ^[5,8].

Atualmente, estas infecções são cada vez menos comuns, em grande parte devido ao desenvolvimento de novas técnicas cirúrgicas, com incisões menores e implantes cada vez mais pequenos e biocompatíveis ^[1].

Os microrganismos mais comumente encontrados são o *Staphylococcus Aureus* e *Pseudomonas Aeruginosa*, sendo a maior parte dos casos abordados apenas com recurso a terapêutica local e/ou antibioticoterapia sistêmica, com ou sem necessidade de incisão retroauricular ^[1,6].

Por vezes esta infecção pode complicar, sendo refratária à terapêutica médica, com a formação de úlcera sobre o local de inserção do recetor-estimulador, ou com necrose do retalho cirúrgico. No primeiro caso, pode ser necessária a remoção da parte externa do implante durante alguns dias, com terapêutica com corticosteroides tópicos. No segundo caso, pode mesmo ser necessária uma cirurgia de revisão e/ou explantação com ou sem reimplantação do dispositivo ^[2].

Estas complicações não podem ser completamente evitadas, mas podem ser prevenidas por procedimentos cirúrgicos mais precisos e menos invasivos, com uma incisão realizada a alguma distância do local de implantação do dispositivo bem como com um ajuste da força do íman, e por um seguimento pós-operatório adequado ^[6].

Vestibulococleares

As complicações vestibulococleares, nomeadamente **vertigem** e **acufenos**, são, segundo várias publicações, aquelas mais comumente observadas nos adultos implantados, numa taxa superior àquela observada nas crianças ^[5,8]. Fina et al. mostrou que indivíduos com idade mais avançada, com início da perda auditiva mais tarde ou com história de vertigem pré-operatória, são mais suscetíveis a desenvolver a mesma complicação depois da implantação ^[5].

Normalmente, estas complicações desenvolvem-se no pós-operatório imediato e são transitórias, resolvendo totalmente dentro de poucos dias a semanas, com ou sem necessidade de terapêutica médica ^[1,5]. Nos casos de vertigem, doses profiláticas de agentes antieméticos são administradas logo após a cirurgia.

Muitas vezes, nenhuma causa é identificada para o seu aparecimento. A vertigem, no entanto, e segundo alguns estudos, foi já associada a labirintite ou neurite vestibular aguda de etiologia viral, de aparecimento mais tardio no pós-operatório,

tendo ainda sido relacionada, nos casos crônicos, com a Doença de Ménière ou com a Vertigem Posicional Paroxística Benigna ^[5].

Sendo uma complicação comum, que é subdiagnosticada na maior parte dos casos, e que compromete a segurança e qualidade de vida dos pacientes, é muito importante que os médicos estejam atentos à sua possível ocorrência, principalmente nas crianças, e que os pacientes sejam atempadamente advertidos acerca da possibilidade da sua ocorrência.

Neurológicas

As complicações neurológicas, incluindo a **paralisia transitória do nervo facial** e a **disgeusia**, são comuns, temporárias, e devem-se frequentemente à técnica cirúrgica rotineiramente utilizada, que facilmente lesa o nervo facial e o nervo da corda do tímpano.

Ambas as complicações surgem normalmente no período pós-operatório precoce, resolvendo espontaneamente em pouco tempo, sem necessidade de terapêutica médica ^[1]. Estão normalmente associadas à técnica cirúrgica, nomeadamente devido à extensa perfuração necessária durante a timpanotomia posterior, ou por um aquecimento intraoperatório excessivo do nervo facial ou da corda do tímpano durante a cocleostomia e a timpanotomia posterior, sem que haja um trajeto anômalo de qualquer um dos nervos. Podem também estar associadas à reativação de certos vírus, como o Virus Hespers Simplex ^[8]. Nestes casos, a complicação surge mais tardiamente, e pode haver necessidade de terapêutica médica com corticosteroides, antivirais ou até mesmo fisioterapia, para uma mais rápida resolução dos sintomas ^[8].

Surpreendentemente, um estudo concluiu que estes problemas não ocorrem com maior frequência nos pacientes bilateralmente implantados, apesar de estes apresentarem um risco, aparentemente, maior. Contudo, isto pode dever-se ao facto de que nas crianças, que são mais frequentemente implantadas bilateralmente, estes aspetos serem mais difíceis de avaliar ^[5].

Estas complicações podem ser limitadas por uma neuro-monitorização intraoperatória do nervo facial, pela avaliação pré-operatória precisa do trajeto do nervo facial e da corda do tímpano através da realização de TC, bem como pelo desenvolvimento de novas técnicas cirúrgicas que diminuam o risco de lesão destes nervos ^[1].

Problemas com os elétrodos

A **estimulação não auditiva**, nomeadamente estimulação do nervo facial com a ativação dos elétrodos, ocorre num número considerável de pacientes, apesar da sua incidência ser bastante variável ^[3]. Manifesta-se normalmente por tiques faciais, sensação de choques ou estimulação facial, e tem sido associada a certas condições, como a malformação coclear, otosclerose e ossificação coclear.

Estes sintomas podem aparecer imediatamente após a ligação do dispositivo, e podem ser devidos tanto à existência de uma relação anormal entre o canal facial e a espira basal da cóclea, como por uma falha na introdução dos elétrodos, com alguns localizados fora da cóclea ^[5].

Nestes casos, a estimulação do nervo facial pode ser resolvida ajustando o perfil de estimulação, ao desligar um ou mais elétrodos. Normalmente este ajuste resolve o problema, sem necessidade de explantação. No entanto, se a perceção da fala começar a deteriorar, pode ser necessária a explantação com posterior reimplantação ^[5].

Complicações *Major*

Infeciosas

Como referido anteriormente, complicações infecciosas *minor*, como a OMA, podem evoluir para situações mais graves, como a **mastoidite** e a **meningite**. A mastoidite, por sua vez, pode evoluir com a formação de abscesso subperiósteo, que exige, normalmente, drenagem cirúrgica. Já as **infecções da pele e da ferida cirúrgica**, podem também evoluir com a formação de úlcera e/ou necrose do retalho cirúrgico, podendo necessitar de cirurgia de revisão ou mesmo exigir a explantação do dispositivo. Adiante, e para evitar repetições, descrever-se-á apenas a meningite como complicação infecciosa *major*.

- **Meningite**

A **meningite** é uma complicação rara e grave que pode ocorrer após a implantação coclear, representando hoje uma incomum mas significativa causa de mortalidade e morbilidade nestes pacientes ^[14]. Esta pode ocorrer tanto no período pós-operatório precoce como tardio, podendo estar na origem de diversos

problemas, nomeadamente induzindo uma ossificação coclear, uma estimulação do nervo facial ou mesmo uma deterioração da percepção auditiva ^[1].

Durante a cirurgia de implantação, a barreira entre o ouvido médio e interno é quebrada, seja pela incisão na membrana da janela redonda, seja pela fenestração da parede coclear durante a cocleostomia. A inserção dos elétrodos na *scala tympani* pode assim constituir uma via para a entrada das bactérias na cóclea.

Esta complicação surge mais comumente associada a uma história anterior de OMA, apesar de uma minoria dos casos não apresentar esta etiologia, podendo dever-se, por exemplo, à disseminação hematogénica. No entanto, os microrganismos mais comumente encontrados nos casos de meningite são *S. Pneumoniae* e *H. Influenzae*, o que apoia a hipótese da infeção se estender do ouvido médio, através da cóclea, para as meninges ^[14]. Reefhuis et al. ^[15], num estudo multicêntrico, descreveu que uma história de otite média antes da implantação e sinais de inflamação no ouvido médio no momento da cirurgia estavam entre os fatores de risco para meningite pós-operatória. Assim, e no sentido de diminuir o risco do seu desenvolvimento, o tratamento agressivo da OMA e mastoidite, bem como a sua prevenção, são de extrema importância ^[8].

Em 2002, depois de um aumento dos casos de meningite após a implantação coclear, a FDA (*Food and Drug Administration*) emitiu algumas recomendações ^[1,14].

1 – Exames de imagem (TC e RMN) da região temporal devem ser realizados sistematicamente antes da implantação coclear em crianças com surdez congénita, e em todos os pacientes com surdez profunda e história de meningite bacteriana, no sentido de identificar malformações do ouvido interno, drenagem de líquido cefalorraquidiano (LCR) ou ossificação coclear.

2 – Tubos transtimpânicos devem ser inseridos sistematicamente antes da implantação coclear em pacientes com história de OMA persistente.

3 - Imunização ativa contra *S. Pneumoniae* e *H. Influenzae*, pode beneficiar qualquer candidato a implantação coclear, bem como pacientes já implantados.

4 - Vacinação anual contra *influenza* dos pacientes implantados e das suas famílias. Vacinação sistemática contra *meningococcus*.

Para além destas recomendações, é realizada ainda profilaxia antibiótica peri-operatória a todos os pacientes que irão realizar a cirurgia. Outro aspeto muito

importante, tido hoje em dia como uma das principais medidas preventivas da meningite pneumocócica, é a completa selagem da cocleostomia após a inserção dos elétrodos, bem como a sua correta fixação para prevenir possíveis movimentos pós-operatórios. Isto vai promover a diminuição de colonização da cóclea através dos elétrodos. Atualmente, esta vedação é realizada com recurso a várias técnicas, nomeadamente a colocação de um enxerto de tecido conjuntivo em torno do eletrodo e a vedação com retalhos da fáscia e do músculo temporal ^[6,14].

Após os primeiros sintomas de meningite o diagnóstico preciso e o tratamento rápido são primordiais. Quando se suspeita de meningite bacteriana otogénica o médico deve iniciar imediatamente o tratamento antibiótico empírico. Como o diagnóstico bacteriológico específico é importante, é crucial obter posteriormente LCR para cultura bacteriológica e teste de sensibilidade. Para além disso, nesta situação deve ser sempre realizada uma cirurgia de revisão do ouvido médio e da mastoide, tanto para possível drenagem como para excluir a existência de uma fistula. No caso de existir uma labirintite purulenta, o eletrodo intracoclear deve ser removido e uma labirintectomia deve ser realizada com obliteração do ouvido médio ^[11]. A decisão sobre a necessidade ou não de remoção do eletrodo depende da severidade da doença, dos achados intraoperatórios e da experiência do cirurgião.

Falha do dispositivo

A **falha do dispositivo**, situação que induz uma disfunção permanente do implante, é uma das causas que mais comumente requer cirurgia de revisão, com ou sem reimplantação ^[1].

Esta pode ocorrer de forma espontânea, por problemas tecnológicos que afetam o implante diretamente, ou de forma adquirida, normalmente devido a trauma, ocorrendo este mais frequentemente em crianças. Em qualquer uma das situações, o paciente normalmente nota uma diminuição da perceção auditiva, que pode ser confirmada por disfunção no teste de integridade do implante (deteta problemas eletrónicos do dispositivo, dos elétrodos ou outros) ^[1]. No entanto, muitos pacientes apresentam resultados normais no teste de integridade, apesar de experienciarem sintomas não auditivos, função intermitente e uma deterioração da inteligibilidade da linguagem ^[3].

Nestes pacientes, é necessária a explantação com posterior reimplantação do dispositivo, normalmente efetuadas no mesmo tempo cirúrgico e ipsilateral ao implante anterior, com resultados auditivos essencialmente iguais quando comparado com a primeira implantação ^[1].

Esta é uma complicação de especial importância e preocupação, principalmente nas crianças, tanto pela sua dependência do implante para o desenvolvimento da compreensão e da linguagem, como porque estas podem não ter capacidade de comunicar o problema ^[8]. Assim, é importante que haja uma vigilância rigorosa dos pacientes implantados, bem como um fornecimento de informação detalhada aos pais das crianças implantadas ^[1].

Problemas com os elétrodos

Para além da estimulação não auditiva, já referida anteriormente e que resolve normalmente com a simples alteração do perfil de estimulação dos elétrodos, duas complicações mais graves podem surgir associadas a estes, nomeadamente a **má introdução dos elétrodos** durante a técnica cirúrgica, ou a **migração** dos mesmos no período pós-operatório. Estas correspondem a uma minoria e requerem normalmente cirurgia de revisão com explantação e reimplantação posterior ^[3,8]. Estas complicações têm vindo a diminuir ao longo dos anos, principalmente devido ao desenvolvimento de diferentes modelos de elétrodos bem como de novas técnicas cirúrgicas ^[6]. Os sintomas inicialmente relatados são a diminuição da perceção auditiva e a alteração no som ^[3].

A **falha na introdução dos elétrodos**, pode ocorrer devido a malformações da cóclea, à fibrose ou ossificação intracoclear que comprometem a patência da mesma, ou à inexperiência do cirurgião ^[5].

Atualmente, os mecanismos subjacentes à **migração dos elétrodos** são mal compreendidos. É mais comum em crianças, provavelmente devido à nova formação óssea dentro da cavidade mastoideia, em conjugação com o crescimento do crânio, que pode retrair os elétrodos para fora da cóclea. O trauma e a fibrose ou ossificação intracoclear também podem levar a extrusão dos elétrodos. Diferentes técnicas cirúrgicas e modelos de elétrodos foram desenvolvidos para reduzir o risco de migração destes. Normalmente são relatadas taxas superiores com a utilização de elétrodos direitos, quando em comparação com os curvos ^[3].

Estes problemas reforçam a importância do controlo imagiológico no período peri-operatório ^[3]. Para além disso, a correta fixação dos elétrodos aquando da cirurgia é também crucial para prevenir a migração destes.

O tratamento passa, numa primeira fase, por desligar alguns dos elétrodos, sem que isso comprometa a perceção da linguagem. No entanto, a cirurgia de revisão é geralmente indicada quando um declínio concomitante da inteligibilidade do discurso está presente. Esta pode exigir a explantação do dispositivo com posterior reimplantação. Uma alternativa viável pode ser a cirurgia de revisão em que os elétrodos apenas são reposicionados (ou seja, uma reinserção mais profunda). Contudo, tem o risco de induzir inflamação ou mesmo infeção na cóclea em caso de colonização bacteriológica do eletrodo ^[3].

Lesão do nervo facial

A **lesão permanente do nervo facial** é uma complicação rara e que tem vindo a diminuir ao longo dos anos, podendo ocorrer, tal como as complicações neurológicas referidas anteriormente, como consequência da técnica cirúrgica rotineiramente utilizada, quer pela perfuração como pelo aquecimento intra-operatório do nervo facial durante a cocleostomia e a timpanotomia posterior ^[6].

No entanto, e contrariamente à lesão transitória, esta disfunção ocorre frequentemente no período pós-operatório tardio e é moderada, implicando desta maneira que outra causa subjacente possa estar presente, como um mecanismo infeccioso ^[7].

Reação de corpo estranho

A **reação de corpo estranho** é uma complicação rara que pode ocorrer nos pacientes que receberam um implante coclear, devendo-se a uma reação tecidual ao material dos componentes do implante. Esta pode ocorrer tanto no período pós-operatório precoce como tardio, devendo ser considerada em situações que se apresentem com sintomas semelhantes a uma infeção recorrente da ferida cirúrgica, nas quais a infeção foi excluída por ter resultados de culturas negativos e se mostrar refratária às terapêuticas convencionais, ou quando há uma extrusão retardada do dispositivo ^[2,16].

A reação de corpo estranho é diagnosticada pela história clínica e com achados histológicos típicos. A resposta imunológica associada é composta por macrófagos e células gigantes de corpo estranho, sendo considerada o estadio final das respostas inflamatórias e de cicatrização após a implantação de um dispositivo médico, neste caso, o implante coclear. Nestes casos, durante a cirurgia de revisão, é ainda normalmente encontrado tecido de granulação sobre o implante e na loca óssea [2].

Este diagnóstico deve ser distinguido da inflamação crônica, da reação alérgica, nomeadamente ao silicone que recobre os dispositivos, ou da dermatite de contacto. Para o diagnóstico diferencial, recorre-se aos achados histológicos, confirmação da hipersensibilidade, nos casos de alergia, pelo *patch test*, sendo estes diagnósticos normalmente responsivos à terapêutica com corticosteroides [8].

Para o tratamento destas situações, a terapêutica conservadora normalmente é insuficiente, sendo necessária a remoção do implante na maioria dos casos, com ou sem reimplantação, normalmente no lado contralateral e por vezes com necessidade de utilizar outro tipo de material.

Colesteatoma

O **colesteatoma** ocorre mais frequentemente no período pós-operatório tardio, com um tempo médio de cerca de 4 anos desde a cirurgia até ao desenvolvimento do colesteatoma [8]. Este aparecimento tardio reforça a necessidade de um seguimento longo nos pacientes com implante coclear.

Estes casos normalmente requerem cirurgia de revisão para remoção do colesteatoma, envolvendo, normalmente, ático-antro-mastoidectomia com timpanoplastia para reconstrução da membrana do tímpano [5]. Por vezes torna-se ainda necessária a extrusão do implante com ou sem posterior reimplantação, normalmente no lado contralateral [2].

Comparação Crianças Vs Adultos

A maioria das publicações que compararam a taxa de complicações na população pediátrica e adulta apresentaram resultados variáveis. Com base na maior parte, a taxa de complicações geral não apresentou uma diferença significativa entre as duas populações ^[1,2,5,7].

Contudo, foi essencialmente observada uma distribuição variável das complicações entre crianças e adultos ^[7]. A taxa de complicações *minor* na população adulta é ligeiramente superior aquela observada na população pediátrica, com as complicações infecciosas (nomeadamente a OMA) ocorrendo mais frequentemente nas crianças, e as vestibulococleares (vertigem e acufenos), bem como a disjeusia, nos adultos. No entanto, estes dados devem ser interpretados com cuidado, pois estas taxas são provavelmente subestimadas na população pediátrica, uma vez que as crianças têm mais dificuldade na comunicação de tais complicações.

Em relação às complicações *major* em geral, não foi observada uma diferença significativa entre as duas populações. Para além disto, casos de falha do dispositivo adquirida, nomeadamente devido a trauma, foram quase exclusivamente observados em crianças, população em que este risco é superior, sendo a falha do dispositivo espontânea mais observada em adultos ^[1].

Comparação Técnica Cirúrgica

Atualmente, com a extensão dos critérios de indicação e a implantação em pacientes cada vez mais novos, a preocupação relativa às possíveis complicações cirúrgicas relacionadas com os implantes cocleares aumentou, levando os cirurgiões a desenvolver novas técnicas que diminuam potencialmente essas mesmas complicações.

A técnica clássica de **mastoidectomia com timpanotomia posterior**, introduzida por House em 1961 ^[21] e descrita por Clark et al. ^[22] em 1979, tem sido a técnica cirúrgica mais utilizada e mostrou ser eficiente numa larga maioria de casos ^[20,17]. Esta consiste na realização de uma mastoidectomia, após a qual uma timpanotomia posterior é realizada no sentido de abrir o recesso do facial, permitindo a exposição da janela redonda por um espaço triangular delimitado pelo nervo facial, pela base da *fossa incudis* e pelo nervo da corda do tímpano ^[18]. É então fácil de compreender que, neste ponto, o acesso ao ouvido médio é difícil, podendo estar associado a potenciais complicações, incluindo a paralisia do nervo facial, o que requer alta precisão e habilidade por cirurgiões experientes ^[17]. Para além disso, em alguns casos, o nervo da corda do tímpano pode ter de ser sacrificado no sentido de aumentar o acesso à cocleostomia, quando o recesso facial é estreito ^[18].

Assim, e neste sentido, uma série de abordagens alternativas de implantação, sem mastoidectomia, foram recentemente sugeridas. Em 1999, Kronenberg et al. ^[19], introduziu uma técnica alternativa, a **abordagem transcanalar supra-meática**, que tem ganho popularidade entre os cirurgiões hoje em dia. Nesta técnica, o ouvido médio é acedido através do canal auditivo externo, o que proporciona uma alargada exposição do promontório, proporcionando a realização de uma cocleostomia segura e fácil. Os elétrodos são introduzidos dentro da cocleostomia através de um túnel supra-meatal, aberto no osso temporal, pósterio-superior ao canal auditivo externo, posteriormente à corda do tímpano e lateral ao corpo da bigorna, que protege o nervo facial ^[2,11,18]. Esta abordagem cirúrgica, evitando a mastoidectomia através do túnel supra-meatal, minimiza a quantidade de perfuração e proporciona uma ampla exposição do ouvido médio e do promontório, tendo sido introduzida com o intuito de possivelmente reduzir o risco de lesão no nervo facial e da corda do tímpano. Além disso, e contrariamente a outras técnicas alternativas, esta técnica é adequada para adultos e crianças ^[17].

Atualmente, várias publicações se debruçaram acerca incidência de complicações comparando ambas as abordagens cirúrgicas. Curiosamente, a maior parte destas não revelou diferenças estatisticamente significativas nas taxas globais de complicações entre as duas técnicas [2,17,18,20].

No entanto, e embora a maior parte das publicações revelem que a incidência de complicações com a abordagem transcanalar supra-meática está de acordo com o procedimento clássico de mastoidectomia com timpanotomia posterior, existem ainda algumas diferenças no que concerne a complicações específicas, bem como desvantagens e também vantagens que merecem atenção [20].

Vários estudos referem que na abordagem transcanalar supra-meática, comparando com a técnica clássica, são observadas menos complicações em termos de lesão do nervo facial e de infeções pós operatórias da mastoide [18].

Segundo uma publicação comparando a incidência de **mastoidite** com as duas abordagens cirúrgicas, a mastoidectomia realizada na técnica clássica é um fator de risco para o desenvolvimento desta complicação, provavelmente devido ao facto de que a cavidade mastoideia, após mastoidectomia, pode armazenar uma maior quantidade de pus antes da apresentação clínica [11].

Outro estudo refere ainda que a incidência de **mastoidite, paralisia do nervo facial, lesão do nervo da corda do tímpano e má colocação dos elétrodos** aconteceu apenas no grupo implantado com a mastoidectomia com timpanotomia posterior [2]. Isto deve-se ao facto de que, na abordagem transcanalar supra-meática, o trajeto do nervo facial está a uma distância segura do túnel criado para inserção dos elétrodos, para além de que está protegido pelo corpo da bigorna. Para além disso, a maior exposição do promontório e o acesso seguro à cocleostomia, previnem a possível má colocação dos elétrodos nesta mesma abordagem. No entanto, há que ter em conta que algumas destas complicações podem ocorrer devido à menor experiência dos cirurgiões, e não à técnica cirúrgica em si.

Assim, algumas vantagens e desvantagens podem ser descritas para a abordagem transcanalar supra-meática [17,18,20]:

Vantagens:

- Esta abordagem é relativamente mais segura, não só devido à preservação da mastoide (diminui a probabilidade de infecções, evita defeitos ósseos retroauriculares e melhora os resultados estéticos) como à proteção do nervo facial e da corda do tímpano (pela distância entre estes e o túnel supra-meatal).
- Esta técnica reduz a duração da cirurgia em 30 a 60 minutos em comparação com a técnica clássica, por exclusão da mastoidectomia e da timpanotomia posterior.
- Está associada a uma exposição mais ampla do conteúdo do ouvido médio e do local para realizar a cocleostomia.

Desvantagens:

- Exige habilidades que não são normalmente exercidas por cirurgiões otológicos.
- A inserção dos elétrodos na *scala tympani* ocorre sem visualização direta do eixo da curva basal, impedindo a observação do interior da cóclea, uma vez que a vista é perpendicular à cocleostomia.
- A inserção dos elétrodos na cocleostomia exige que a matriz de elétrodos seja dobrada para entrar na cóclea devido ao ângulo de inserção mais acentuado. Isto suscita preocupações quanto ao risco de torção dos elétrodos e, em particular, de trauma intracoclear com possível perda de audição residual.
- A inserção baixa do arco zigomático é considerada uma contraindicação relativa para a implantação por esta abordagem porque se apresenta como um obstáculo para a criação do túnel supra-meatal.
- Esta técnica pode ainda causar ou piorar uma hipoacusia de condução pré-existente como consequência de lesão intraoperatória da bigorna.

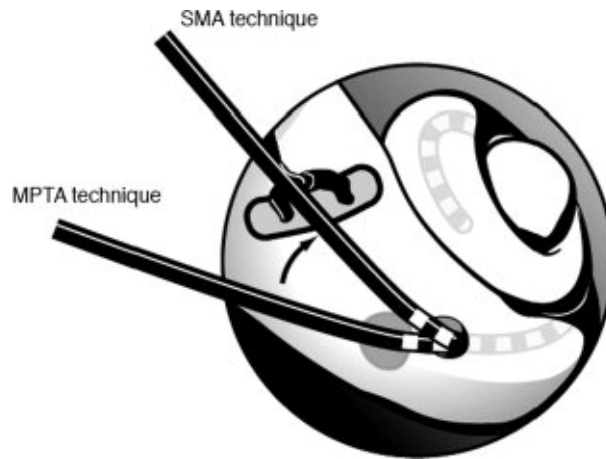


Figura 3 Abordagem ao local da cocleostomia utilizando a abordagem transcanalar supra-meática (SMA) e a mastoidectomia com timpanotomia posterior (MPTA).

Fonte: Postelmans, J.T.F., Tange, R.A., Stokroos, R.J. and Grolman, W. (2010) The suprimeatal approach: a safe alternative surgical technique for cochlear implantation. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*, **31**, 196–203.

Assim, e apesar de não serem demonstradas diferenças estatisticamente significativas, a abordagem transcanalar supra-meática é uma técnica simples e segura, representando claramente uma boa alternativa à cirurgia clássica, havendo, no entanto, a necessidade de desenvolver esta técnica entre os cirurgiões, já que é necessária mais experiência para a extensão da sua utilização.

Conclusão

O crescente desenvolvimento tecnológico dos sistemas de Implantes Cocleares e a crescente experiência clínica levaram a uma extensão dos critérios de indicação para a sua implantação, com resultados cada vez melhores. A implantação coclear é geralmente considerada um procedimento relativamente seguro e eficaz, sendo cada vez mais realizado a nível mundial, tanto em crianças como em adultos.

No entanto, e apesar de representarem uma minoria, várias complicações têm sido descritas associadas a esta intervenção, sendo atualmente necessário contrabalançar os potenciais benefícios e riscos inerentes a esta prática em crescimento.

Apesar da grande variabilidade observada, é possível reportar uma taxa geral de complicações reduzida, concluindo-se que a taxa de complicações *minor* na população adulta é ligeiramente superior aquela observada na população pediátrica, com as complicações infecciosas ocorrendo mais frequentemente nas crianças, e as vestibulococleares nos adultos. Em relação às complicações *major* em geral, não foi observada uma diferença significativa entre as duas populações.

Para além disso, e apesar de não se registarem diferenças estatisticamente significativas entre ambas as abordagens cirúrgicas mais utilizadas, nomeadamente a clássica abordagem de mastoidectomia com timpanotomia posterior e a abordagem transcanalar supra-meática, conclui-se que esta última é uma técnica simples e segura, representando uma boa alternativa à cirurgia clássica de implantação coclear, nomeadamente no que respeita à redução da incidência de infeções da mastoide, bem como de lesão do nervo facial e da corda do tímpano. Há, no entanto, a necessidade de desenvolver esta técnica entre os cirurgiões, já que é necessária mais experiência para que esta abordagem comece a ser utilizada rotineiramente.

Agradecimentos

Gostaria de agradecer ao Prof. Dr. Óscar Dias e ao Dr. Marco Simão, tanto pelo acompanhamento na elaboração deste Trabalho Final de Mestrado Integrado em Medicina, como pelo interesse, disponibilidade e apoio demonstrados, sem os quais este trabalho não teria sido possível.

Agradeço também aos amigos e colegas, que me acompanharam incondicionalmente neste percurso, não podendo deixar de fazer um agradecimento especial à minha família, pelo seu incentivo, motivação, paciência e compreensão, facilitando a superação de todos os obstáculos que foram surgindo.

A todos dedico o meu trabalho.

Bibliografia

1. Farinetti, A., Ben Gharbia, D., Mancini, J., Roman, S., Nicollas, R. and Triglia, J.M. (2014) Cochlear implant complications in 403 patients: Comparative study of adults and children and review of the literature. *European Annals of Otorhinolaryngology, Head and Neck Diseases*, **131**, 177–182. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anorl.2013.05.005>.
2. Migirov, L., Yakirevitch, A. and Kronenberg, J. (2006) Surgical and medical complications following cochlear implantation: Comparison of two surgical approaches. *Orl*, **68**, 213–219.
3. Dietz, A., Wennström, M., Lehtimäki, A., Löppönen, H. and Valtonen, H. (2016) Electrode migration after cochlear implant surgery: more common than expected? *European Archives of Oto-Rhino-Laryngology*, **273**, 1411–1418.
4. Cohen, N.L. and Hoffman, R.A. (1991) Complications of cochlear implant surgery in adults and children. *Annals of Otology, Rhinology & Laryngology*, **100**, 708–711.
5. Hansen, S., Anthonsen, K., Stangerup, S.E., Jensen, J.H., Thomsen, J. and Cayé-Thomasen, P. (2010) Unexpected findings and surgical complications in 505 consecutive cochlear implantations: A proposal for reporting consensus. *Acta Oto-Laryngologica*, **130**, 540–549.
6. Ikeya, J., Kawano, A., Nishiyama, N., Kawaguchi, S., Hagiwara, A. and Suzuki, M. (2013) Long-term complications after cochlear implantation. *Auris Nasus Larynx*, **40**, 525–529. <http://dx.doi.org/10.1016/j.anl.2013.04.012>.
7. Venail, F., Sicard, M., Piron, J.P., Levi, A., Artieres, F., Uziel, A., et al. (2008) Reliability and complications of 500 consecutive cochlear implantations. *Archives of Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, **134**, 1276–1281.
8. Sparreboom, M., Van Schoonhoven, J., Van Zanten, B.G.A., Scholten, R.J.P.M., Mylanus, E.A.M., Grolman, W., et al. (2010) The effectiveness of bilateral cochlear implants for severe-to-profound deafness in children: A systematic review. *Otology and Neurotology*, **31**, 1062–1071.
9. Cunningham, C.D., Slattery, W.H. and Luxford, W.M. (2004) Postoperative infection in cochlear implant patients. *Otolaryngology - Head and Neck Surgery*, **131**, 109–114.
10. Hopfenspirger, M.T., Levine, S.C. and Rimell, F.L. (2007) Infectious complications

- in pediatric cochlear implants. *Laryngoscope*, **117**, 1825–1829.
11. Migirov, L., Yakirevitch, A., Henkin, Y., Kaplan-Neeman, R. and Kronenberg, J. (2006) Acute otitis media and mastoiditis following cochlear implantation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, **70**, 899–903.
 12. Zawawi, F., Cardona, I., Akinpelu, O. V. and Daniel, S.J. (2014) Acute mastoiditis in children with cochlear implants: Is explantation required? *Otolaryngology - Head and Neck Surgery (United States)*, **151**, 394–398.
 13. Raveh, E., Ulanovski, D., Attias, J., Shkedy, Y. and Sokolov, M. (2016) Acute mastoiditis in children with a cochlear implant. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, **81**, 80–83. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijporl.2015.12.016>.
 14. Arnold, W., Bredberg, G., Gstöttner, W., Helms, J., Hildmann, H., Kiratzidis, T., et al. (2002) Meningitis following cochlear implantation: Pathomechanisms, clinical symptoms, conservative and surgical treatments. *Orl*, **64**, 382–389.
 15. Reefhuis, J., Honein, M.A., Whitney, C.G., Chamany, S., Mann, E.A., Biernath, K.R., et al. (2003) Risk of Bacterial Meningitis in Children with Cochlear Implants. *New England Journal of Medicine*, **349**, 435–445. <http://www.nejm.org/doi/abs/10.1056/NEJMoa031101>.
 16. Lim, H.J., Lee, E.S., Park, H.Y., Park, K. and Choung, Y.H. (2011) Foreign body reaction after cochlear implantation. *International Journal of Pediatric Otorhinolaryngology*, **75**, 1455–1458.
 17. Xu, B.C., Wang, S.Y., Liu, X.W., Yang, K.H., Zhu, Y.M., Chen, X.J., et al. (2014) Comparison of complications of the suprameatal approach and mastoidectomy with posterior tympanotomy approach in cochlear implantation: A meta-analysis. *Orl*, **76**, 25–35.
 18. Postelmans, J.T.F., Tange, R.A., Stokroos, R.J. and Grolman, W. (2010) The suprameatal approach: a safe alternative surgical technique for cochlear implantation. *Otology & neurotology: official publication of the American Otological Society, American Neurotology Society [and] European Academy of Otology and Neurotology*, **31**, 196–203.
 19. Kronenberg, J., Migirov, L. and Dagan, T. (2001) Suprameatal approach: new surgical approach for cochlear implantation. *The Journal of laryngology and otology*, **115**, 283–285.
 20. Postelmans, J.T.F., Grolman, W., Tange, R.A. and Stokroos, R.J. (2009) Comparison of two approaches to the surgical management of cochlear

implantation. *The Laryngoscope*, **119**, 1571–1578.

21. House, W.F. (1976) Cochlear implants. *Ann Otol Rhinol Laryngol*, **85**, 1-93
22. Clark, G.M., Pyman, B.C., Bailey Q.R. (1979) The surgery for multiple electrode cochlear implantations. *J. Laryngol Otol*, **93**, 215-223